

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-284097

(43)Date of publication of application : 15.10.1999

(51)Int.Cl.

H01L 23/12

H01L 21/60

H01L 23/14

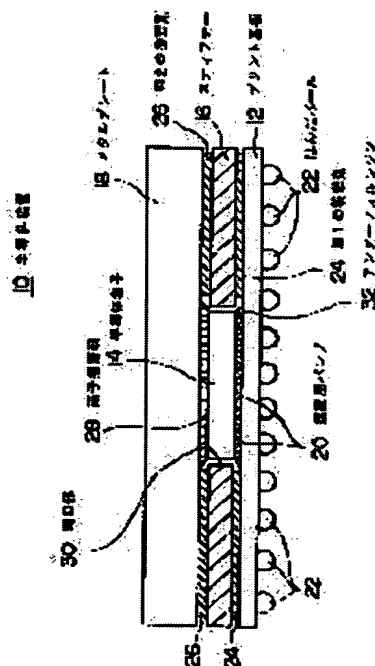
(21)Application number : 10-083882

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 30.03.1998

(72)Inventor : KANWA MASARU
AKAI TAKAO

(54) SEMICONDUCTOR DEVICE



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To maintain high reliability, even when heating process such as a temperature cycle test is conducted, on a ball grid array(BGA) and a land grid array(LGA).

SOLUTION: This semiconductor device is provided with a printed board 12, a semiconductor element 14 which is face-down bonded on the upper surface of the board 12, a stiffener 16 bonded to the board 12 via first adhesive agent 24 in which stiffener an aperture 30 where the semiconductor element 14 is positioned is formed, and a metal plate 18 which is arranged so as to cover the upper parts of the semiconductor element 14, and the stiffener 16 and bonded by using second adhesive agent. The stiffener 16 has rigidity, capable of preventing deformation due to the thermal expansion of the board 12 and deformation due to the thermal expansion of the metal plate 18 at heating.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-284097

(43) 公開日 平成11年(1999)10月15日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	F I
H 0 1 L 23/12		H 0 1 L 23/12 L
21/60	3 1 1	21/60 3 1 1 Q
23/14		23/14 M

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-83882

(22) 出願日 平成10年(1998)3月30日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 貫和 大

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 赤井 孝夫

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 伊東 忠彦

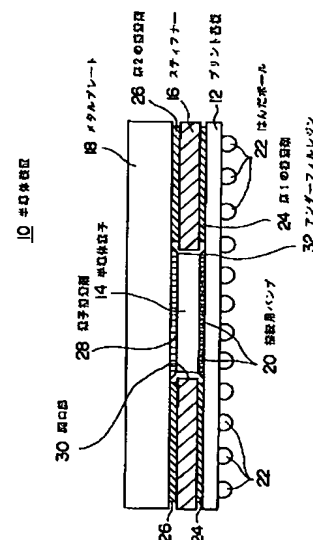
(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【要約】

【課題】本発明はボールグリッドアレイ（以下BGAという）型及びランドグリッドアレイ（以下、LGAという）型の半導体装置に関し、温度サイクル試験等の加熱処理を行なっても高い信頼性を維持することを課題とする。

【解決手段】プリント基板12と、この基板12の上面にフェイスダウンボンディングされる半導体素子14と、前記基板12に第1の接着剤24を介して接着されると共に半導体素子14が内部に位置する開口部30が形成されるスティフナー16と、半導体素子14及びスティフナー16の上部を覆うように配設され第2の接着剤26により接着されるメタルプレート18とを具備する半導体装置において、前記スティフナー16が、加熱時における基板12の熱膨張による変形、及びメタルプレート18の熱膨張による変形を共に阻止しうる剛性を有するよう構成する。

本発明の第1実施例乃至第3実施例である
半導体装置を説明するための断面図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、該基板の上面にフェイスダウンボンディングされる半導体素子と、

前記基板に第1の接着剤を介して接着されると共に、前記半導体素子が内部に位置する開口部が形成される枠状部材と、

前記半導体素子及び前記枠状部材の上部を覆うように配設され、第2の接着剤により前記半導体素子及び前記枠状部材に接着されるプレート状部材とを具備する半導体装置において、

前記枠状部材が、

加熱時における前記基板の熱膨張による変形、及び前記プレート状部材の熱膨張による変形を共に阻止しうる剛性を有する構成としたことを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 請求項1記載の半導体装置において、前記枠状部材の熱膨張率を α_1 、前記プレート状部材の熱膨張率を α_2 、前記基板の熱膨張率を α_3 とした場合、前記枠状部材の熱膨張率 α_1 が、 $\alpha_1 \leq (\alpha_2 + \alpha_3) / 2$ となるよう構成したことを特徴とする半導体装置。

【請求項3】 請求項1記載の半導体装置において、前記枠状部材の材質としてアルミナを用いると共に、前記プレート状部材の材質としてアルミニウムを用いたことを特徴とする半導体装置。

【請求項4】 請求項1記載の半導体装置において、前記枠状部材の材質としてアルミナを用いると共に、前記プレート状部材の材質として銅を用いたことを特徴とする半導体装置。

【請求項5】 請求項1記載の半導体装置において、前記枠状部材の材質として窒化アルミニウムを用いると共に、前記プレート状部材の材質として銅を用いたことを特徴とする半導体装置。

【請求項6】 請求項1記載の半導体装置において、前記枠状部材の材質として窒化アルミニウムを用いると共に、前記プレート状部材の材質としてアルミニウムを用いたことを特徴とする半導体装置。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれかに記載の半導体装置において、前記枠状部材に形成された前記開口部のコーナーに湾曲状の切り欠きを形成したことを特徴とする半導体装置。

【請求項8】 基板と、該基板の上面にフェイスダウンボンディングされる半導体素子と、

前記基板に第1の接着剤を介して接着されると共に、前記半導体素子が内部に位置する開口部が形成される枠状部材と、

前記半導体素子及び前記枠状部材の上部を覆うように配設され、第2の接着剤により前記半導体素子及び前記枠状部材に接着されるプレート状部材とを具備する半導体装置において、

少なくとも前記第2の接着剤が、

加熱時における前記基板の熱膨張による変形、及び前記プレート状部材の熱膨張による変形を吸収しうる可撓性を有する構成としたことを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体装置に係り、特にボールグリッドアレイ（以下BGAという）型及びランドグリッドアレイ（以下、LGAという）型の半導体装置に関する。近年、半導体チップが高集積化してきており、また、半導体装置の実装の高密度化が要求されてきている。

【0002】そこで、QFP(Quad Flat Package)型半導体装置に比べて、外部接続端子（バンプ、ランド等）の狭ピッチ化を図ることができるBGA型半導体装置及びLGA型半導体装置が注目され、また実用されるようになってきている。また、半導体チップの高集積化に伴い半導体素子の発熱量が増えてきており、よって半導体装置の放熱特性を向上させる必要がある。

【0003】

【従来の技術】従来、外部接続端子の狭ピッチ化及び放熱特性を向上を図った半導体装置として、例えば特開平8-17964号公報に開示されたものが知られている。同公報に開示された半導体装置は、大略すると基板、半導体素子、ダム部材（枠状部材）、及びメタルプレート（プレート状部材）等により構成されている。基板はプリント基板（樹脂基板）であり、半導体素子はこのプリント基板上にフェイスダウンボンディングにより接合される。具体的には、半導体素子の下面に形成された電極には予めバンプが形成されており、このバンプを基板上の所定の電極部に接合することにより、半導体素子は基板に接続される。

【0004】また、ダム部材は中央部分に矩形の開口部が形成された枠状形状を有しており、前記の基板と同一の材質により形成されている。このダム部材は、基板の上部に接着剤を用いて接着されている。基板上にダム部材を配設した状態において、半導体素子はダム部材に形成された開口部内に位置している。また、メタルプレートは、基板上に配設された半導体素子及びダム部材を覆うように配設され、接着剤によりこの半導体素子及び枠状部材に接着された構成とされている。また、基板の下部には実装基板に接続するためのバンプが形成された構成とされている。

【0005】上記構成とされた半導体装置は、いわゆるBGA型半導体装置の構造となるため、バンプを狭ピッチ化して配設することができる。また、メタルプレートは放熱板として機能するため、半導体素子で発生する熱を効率よく放熱することが可能となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかるに、上記した半導体装置では、ダム部材やメタルプレートの材質や形状

によっては、環境試験（温度サイクル試験）において、各材質の物性値（特に、熱膨張率）の相違から、半導体素子と基板との接合部分に過大な応力が印加されるという問題点がある。

【0007】即ち、従来では上記のようにダム部材及び基板は共にプリント基板（樹脂基板）により形成されており、またメタルプレートは放熱性を高めるためにアルミニウム等の金属が用いられていた。しかるに、樹脂と金属ではその熱膨張率が異なり、樹脂基板としてガラス・エポキシ基板を用いた場合には、ダム部材及び基板の熱膨張率に対し、メタルプレートの熱膨張率が大きくなる。

【0008】一方、半導体装置は通常出荷前に所定の信頼性試験が実施されるが、この信頼性試験の一つとしてバーンイン試験がある。このバーンイン試験では、半導体装置に対し所定のサイクルで加熱処理及び冷却処理を繰り返し実施し、半導体装置に異常が発生しないかどうかを調べる試験である。しかるに、上記のようにダム部材及び基板の熱膨張率と、メタルプレートの熱膨張率が大きく異なると、バーンイン試験を実施し半導体装置に交番的に加熱処理及び冷却処理を実施すると、ダム部材及び基板の膨張・収縮量と、メタルプレートの膨張・収縮量とが大きく異なることとなる。また、半導体素子は、その下面が基板に接合されると共に、上面はメタルプレートに接合されている。

【0009】よって、従来構成の半導体装置では、この応力に起因して半導体素子と基板との間で剥離が発生したり、また半導体素子と基板とを接合するバンプ接合部に亀裂が入り、高い信頼性を実現することができなかった。本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、温度サイクル試験等の加熱処理を行なっても高い信頼性を維持することができる半導体装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために本発明では、次の述べる手段を講じたことを特徴とするものである。請求項1記載の発明では、基板と、この基板の上面にフェイスダウンボンディングされる半導体素子と、前記基板に第1の接着剤を介して接着されると共に、前記半導体素子が内部に位置する開口部が形成されなる枠状部材と、前記半導体素子及び前記枠状部材の上部を覆うように配設され、第2の接着剤により前記半導体素子及び前記枠状部材に接着されるプレート状部材とを具備する半導体装置において、前記枠状部材が、加熱時における前記基板の熱膨張による変形、及び前記プレート状部材の熱膨張による変形を共に阻止しうる剛性を有する構成としたことを特徴とするものである。

【0011】また、請求項2記載の発明では、前記請求項1記載の半導体装置において、前記枠状部材の熱膨張率を α_1 、前記プレート状部材の熱膨張率を α_2 、前記基板

の熱膨張率を α_3 とした場合、前記枠状部材の熱膨張率 α_1 が、 $\alpha_1 \leq (\alpha_2 + \alpha_3) / 2$ となるよう構成したことを特徴とするものである。

【0012】また、請求項3記載の発明では、前記請求項1記載の半導体装置において、前記枠状部材の材質としてアルミナを用いると共に、前記プレート状部材の材質としてアルミニウムを用いたことを特徴とするものである。また、請求項4記載の発明では、前記請求項1記載の半導体装置において、前記枠状部材の材質としてアルミナを用いると共に、前記プレート状部材の材質として銅を用いたことを特徴とするものである。

【0013】また、請求項5記載の発明では、前記請求項1記載の半導体装置において、前記枠状部材の材質として窒化アルミニウムを用いると共に、前記プレート状部材の材質として銅を用いたことを特徴とするものである。また、請求項6記載の発明では、前記請求項1記載の半導体装置において、前記枠状部材の材質として窒化アルミニウムを用いると共に、前記プレート状部材の材質としてアルミニウムを用いたことを特徴とするものである。

【0014】また、請求項7記載の発明では、前記請求項1乃至6のいずれかに記載の半導体装置において、前記枠状部材に形成された前記開口部のコーナーに湾曲状の切り欠きを形成したことを特徴とするものである。更に、請求項8記載の発明では、基板と、この基板の上面にフェイスダウンボンディングされる半導体素子と、前記基板に第1の接着剤を介して接着されると共に、前記半導体素子が内部に位置する開口部が形成されなる枠状部材と、前記半導体素子及び前記枠状部材の上部を覆うように配設され、第2の接着剤により前記半導体素子及び前記枠状部材に接着されるプレート状部材とを具備する半導体装置において、少なくとも前記第2の接着剤が、加熱時における前記基板の熱膨張による変形、及び前記プレート状部材の熱膨張による変形を吸収しうる可撓性を有する構成としたことを特徴とするものである。

【0015】上記した各手段は、次のように作用する。請求項1記載の発明によれば、半導体素子が搭載された基板の上面に枠状部材が第1の接着剤により固定され、更に半導体素子及び枠状部材の上面にプレート状部材を第2の接着剤により固定したことにより、半導体装置は下部より半導体素子を搭載した基板上には、枠状部材及びプレート状部材が順次積み重ねられた構成となる。

【0016】また、枠状部材は、加熱時における基板の熱膨張による変形、及びプレート状部材の熱膨張による変形を共に阻止しうる剛性を有した構成とされているため、半導体装置に対し加熱を伴う試験（例えば、バーンイン試験等）を実施しても、基板の熱膨張変形及びプレート状部材の熱膨張変形は共に阻止される。よって、温度サイクル試験等の加熱処理を実施しても、熱膨張によ

り基板とプレート状部材との間に発生する相対的な変位は小さくなり、半導体素子と基板との接合部分に印加させる応力を低減することが可能となる。これにより、半導体素子と基板との接合部分に剥離や亀裂が発生することを防止でき、半導体装置の高い信頼性を維持することができる。

【0017】また、請求項2記載の発明によれば、枠状部材の熱膨張率を α_1 、プレート状部材の熱膨張率を α_2 、基板の熱膨張率を α 、とした場合、枠状部材の熱膨張率 α_1 が、 $\alpha_1 \leq (\alpha_2 + \alpha) / 2$ となるよう設定したことにより、枠状部材の熱膨張率 α_1 はプレート状部材の熱膨張率 α_2 と基板の熱膨張率を α との平均値より小さな値となる。

【0018】よって、例えばプレート状部材の熱膨張率が基板の熱膨張率に対して非常に大きいような場合、枠状部材はプレート状部材の熱膨張変形を緩衝する機能を奏し、プレート状部材の大きな変形が直接基板及び半導体素子に伝達されるのを防止する。これにより、半導体素子と基板との接合部分に剥離や亀裂が発生することを防止でき、半導体装置の高い信頼性を維持することができる。

【0019】また、請求項3記載の発明のように、請求項1の作用を実現するための枠状部材の材質とプレート状部材の材質の組み合わせとしては、枠状部材としてアルミナを用いると共に、プレート状部材としてアルミニウムを用いることが望ましい。また、請求項4記載の発明のように、請求項1の作用を実現するための枠状部材の材質とプレート状部材の材質の組み合わせとしては、枠状部材としてアルミナを用いると共に、プレート状部材として銅を用いることが望ましい。

【0020】また、請求項5記載の発明のように、請求項1の作用を実現するための枠状部材の材質とプレート状部材の材質の組み合わせとしては、枠状部材として窒化アルミニウムを用いると共に、プレート状部材として銅を用いることが望ましい。また、請求項6記載の発明のように、請求項1の作用を実現するための枠状部材の材質とプレート状部材の材質の組み合わせとしては、枠状部材として窒化アルミニウムを用いると共に、プレート状部材としてアルミニウムを用いることが望ましい。

【0021】また、請求項7記載の発明によれば、枠状部材に形成された開口部のコーナーに湾曲状の切り欠きを形成したことにより、このコーナー部分にクラックが発生することを防止できる。即ち、温度サイクル試験等の加熱処理を実施した場合、枠状部材には交番的な熱膨張及び収縮が発生するが、開口部のコーナーが直角であると上記の膨張・収縮によりコーナー部分に応力が集中しクラックが発生するおそれがある。

【0022】しかるに、開口部のコーナーに湾曲状の切り欠きを形成することにより、枠状部材に交番的な熱膨張及び収縮が発生しても、コーナー部分の応力は分散さ

れ、よってコーナー部分にクラックが発生することを防止できる。更に、請求項8記載の発明によれば、少なくとも第1の接着剤が、加熱時における基板の熱膨張による変形、及びプレート状部材の熱膨張による変形を吸収しうる可撓性を有する構成としたことにより、温度サイクル試験等の加熱処理を実施しても、熱膨張により基板とプレート状部材との間に発生する相対的な変位は第1の接着剤が可撓変形することにより吸収され、半導体素子と基板との接合部分に印加させる応力を低減することが可能となる。これにより、半導体素子と基板との接合部分に剥離や亀裂が発生することを防止でき、半導体装置の高い信頼性を維持することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施の形態について図面と共に説明する。図1及び図2は、本発明の第1乃至第3実施例を説明するための図である。尚、以下説明する各実施例では、半導体装置10を構成する各構成要素の物性に特徴を有するため、各実施例を具現化した図面は共通となる。このため、以下の説明では、先ず図1及び図2を用いて第1実施例に係る半導体装置10について説明し、第2及び第3実施例に係る半導体装置の図示は省略し、第1実施例に対し異なる点のみ説明を行なうものとする。

【0024】先ず、図1及び図2を用い、本発明の第1実施例について説明する。第1実施例に係る半導体装置10は、大略するとプリント基板12、半導体素子14、スティフナー16（枠状部材）、及びメタルプレート18（プレート状部材）等により構成されている。プリント基板12は、例えばガラスエポキシ系の基板であり、内部配線を有した多層基板構造されている。このプリント基板12の上面には半導体素子14が接続される素子用電極（図示せず）が形成され、またその下面には外部接続端子となるはんだボール22が接続される外部接続用電極（図示せず）が形成されている。このプリント基板12の熱膨張率 α は、例えば $13 \sim 15 \times 10^{-6} (1/^\circ\text{C})$ となっている。

【0025】半導体素子14はベアチップ状態の素子であり、その下面（プリント基板12と対向する面）には多数の接続用パンプ20が形成されている。この半導体素子14は、プリント基板12の上面にフェイスダウンボンディングにより接合される。具体的には、半導体素子14の下面に形成された接続用パンプ20を基板12の上面に形成された素子用電極に接合する。これにより、半導体素子14はプリント基板12に接続された状態となる。

【0026】また、上記のように半導体素子14がプリント基板12に接続された後、半導体素子14とプリント基板12との離間部分には、アンダーフィルレジン32が装填される。このアンダーフィルレジン32を配設することにより、接続用パンプ20とプリント基板12

との接合力を増大することができ、信頼性を向上させることができる。

【0027】また、前記したように、プリント基板12は内部配線を有した多層基板構造されており、この内部配線により上面に形成された素子用電極と下面に形成された外部接続用電極は電気的に接続されている。また、外部接続用電極にははんだボール22が配設されており、これにより半導体素子14は素子接続用パンプ20、素子用電極、内部配線、及び外部接続用電極を介してはんだボール22に電気的に接続された構成となっている。

【0028】スティフナー16は、中央部分には略矩形状の開口部34が形成されることにより枠状形状を有している。また、スティフナー16はアルミナにより形成されており、その熱膨張率 α_1 は約 7.0×10^{-6} (1/°C)となっている。更に、開口部34の形状に注目すると、略矩形状の開口部34のコーナー部には、湾曲状(平面視した状態で円状)の切り欠き部34が形成されている。

【0029】このスティフナー16は、プリント基板12の上部に第1の接着剤24を用いて接着される。また、プリント基板12上にスティフナー16を配設した状態において、半導体素子14は開口部34の略中央位置に位置するよう構成されている。また、メタルプレート18は金属よりなる板状部材であり、例えば熱伝導性が良好なアルミニウムにより形成されている。このメタルプレート18は放熱板として機能するものであり、プリント基板12上に配設された半導体素子14及びスティフナー16を覆うように配設される。

【0030】そして、半導体素子14とメタルプレート18との間は熱伝導性の良好な素子接着剤28により接着され、またスティフナー16とメタルプレート18との間は第2の接着剤26により接着される。これにより、メタルプレート18は半導体素子14及びスティフナー16に固定された構成となる。このメタルプレート18の熱膨張率 α_2 は約 23×10^{-6} (1/°C)となっている。

【0031】上記構成とされた半導体装置10は、いわゆるBGA型半導体装置の構造となるため、QFP型半導体装置のリードピッチに比べ、はんだボール22の配設ピッチを狭ピッチ化することができる。また、上記のようにメタルプレート18は放熱板として機能するため、半導体素子14で発生する熱を効率よく放熱することができる。

【0032】ところで、上記構成とされた半導体装置10は、出荷される前に所定の信頼性試験が行われる。この信頼性試験も種々のものがあるが、その一つとしてバーンイン試験といわれる加熱処理を伴う試験がある。このバーンイン試験では、半導体装置10に対し、所定のサイクルで加熱処理(例えば、125°Cに加熱する)と

冷却処理(例えば、-55°Cに冷却する)が交替的に実施される。

【0033】上記したように、プリント基板12の熱膨張率とメタルプレート18の熱膨張率には差があるため、従来のようにスティフナー16の熱膨張率とプリント基板12の熱膨張率とが近似した構成(スティフナー16の熱膨張率とメタルプレート18の熱膨張率とを近似させても同様)では、バーンイン試験を行った場合、両者の熱膨張率差に起因して接続用パンプ20とプリント基板12との間で応力が発生し剥離が生じるおそれがあることは前述した通りである。

【0034】そこで本実施例では、スティフナー16が、加熱時におけるプリント基板12の熱膨張による変形、及びメタルプレート18の熱膨張による変形を共に阻止しうる剛性を有するよう構成したことを特徴とするものである。具体的には、スティフナー16の熱膨張率を α_1 、メタルプレート18の熱膨張率を α_2 、プリント基板12の熱膨張率を α_3 とした場合、スティフナー16の熱膨張率 α_1 が、

$$\alpha_1 \leq (\alpha_2 + \alpha_3) / 2 \quad \cdots (1)$$

となるよう構成している。即ち、スティフナー16の熱膨張率 α_1 が、メタルプレート18の熱膨張率 α_2 とプリント基板12の熱膨張率 α_3 との平均値より小さな値となるよう構成している。

【0035】よって、本実施例のようにメタルプレート18の熱膨張率 α_2 がプリント基板12の熱膨張率 α_3 に対して大きく、よって加熱処理を行なった際に両者12、18間に熱膨張差が発生するような場合、スティフナー16はメタルプレート18の熱膨張変形を緩衝する機能を奏する剛性を有することとなり、この熱膨張差に起因した応力がプリント基板12と半導体素子14との接合部位に印加されることを防止する。これにより、半導体素子14とプリント基板12との接合部分に剥離や亀裂が発生することを防止できる。

【0036】これにより、半導体装置10に対してバーンイン試験等の温度サイクル試験を実施しても、半導体素子10に温度サイクル試験に起因した破損が発生することを防止でき、半導体装置10の歩留りの向上及び信頼性の向上を図ることができる。ところで、上記した(1)式を満足させるために、スティフナー16の熱膨張率 α_1 、メタルプレート18の熱膨張率 α_2 、及びプリント基板12の熱膨張率 α_3 を個々に調整制御することは実施的に困難である。このため、プリント基板12、スティフナー16、及びメタルプレート18の材質を適宜選定することにより、上記の(1)式を満足させるようにすることが現実的である。

【0037】そこで、上記した(1)式を満足させるプリント基板12、スティフナー16、メタルプレート18の材質の組み合わせとしては、次の態様が考えられる。

① プリント基板12の材質としてBT（ビスマレイミドトリアジン）レジン、スティフナー16の材質としてアルミナ、メタルプレート18の材質としてアルミニウムを用いる組み合わせ（本実施例の組み合わせ）

② プリント基板12の材質としてBTレジン、スティフナー16の材質としてアルミナ、メタルプレート18の材質として銅を用いる組み合わせ

③ プリント基板12の材質としてBTレジン、スティフナー16の材質としてアルミニウム、メタルプレート18の材質として銅を用いる組み合わせ

④ プリント基板12の材質としてBTレジン、スティフナー16の材質として窒化アルミニウム、メタルプレート18の材質としてアルミニウムを用いる組み合わせ

図3は、上記した①～④の各材質の組み合わせを適用した製造した半導体装置10に対し、温度サイクル試験を実施した場合における不良発生数を調べた実験結果を示している。

【0038】本実験においては、-55℃とする冷却処理した後125℃とする加熱処理を1サイクルとして、これを50サイクル（50C）、100サイクル（100C）、200サイクル（200C）、及び300サイクル（300C）実施した場合の（不良発生数：T）／（実験個数：C）を示している。また、従来例として、

⑤ プリント基板12の材質としてBTレジン、スティフナー16の材質としてBTレジン、メタルプレート18の材質として銅を用いる組み合わせ

⑥ プリント基板12の材質としてBTレジン、スティフナー16の材質としてコパール、メタルプレート18の材質として銅-タングステン合金を用いる組み合わせに対し行なった実験結果も示して。

【0039】同図から明らかなように、従来例である⑤は100サイクルの温度サイクルで全ての半導体装置に不良が発生しており、また従来例である⑥では200サイクルの温度サイクルで全ての半導体装置に不良が発生している。これに対し、①～④で示す本実施例の構成では、300サイクルの温度サイクルを実施しても、全ての半導体装置が正常状態を維持している。よって、本実施例の構成とすることにより、半導体装置10に対してバーンイン試験等の温度サイクル試験を実施しても、半導体素子10に温度サイクル試験に起因した破損が発生することを防止でき、半導体装置10の歩留りの向上及び信頼性の向上を図ることができることが実証された。

【0040】一方、前記したように本実施例に係る半導体装置10では、スティフナー16に形成された開口部30のコーナーに湾曲状の切り欠き部34が形成されている。このように、スティフナー16に形成された開口部30のコーナーに切り欠き部34を形成することにより、このコーナー部分にクラックが発生することを防止

できる。

【0041】即ち、温度サイクル試験等の加熱処理を実施した場合、スティフナー16には交差的な熱膨張及び収縮が発生するが、開口部30のコーナーが直角であると上記の膨張・収縮によりコーナー部分に応力が集中しクラックが発生するおそれがある。しかるに、本実施例のように、開口部30のコーナーに湾曲状の切り欠き部34を形成することにより、スティフナー16に交差的な熱膨張及び収縮が発生してもコーナー部分の応力は分散され、よってコーナー部分にクラックが発生することを防止できる。従って、開口部30のコーナーに切り欠き部34を形成することによっても、半導体装置10の歩留りの向上及び信頼性の向上を図ることができる。

【0042】次に、本発明の第2実施例について説明する。尚、前記したように、本実施例では半導体装置10を構成する各構成要素の物性に特徴を有し、本実施例を具現化した図面は図1及び図2に示したものと同一となるため、図1及び図2の図面を援用して第1実施例に対し異なる点のみ説明を行なうものとする。

【0043】前記した第1実施例では、スティフナー16の剛性に注目し、加熱時におけるプリント基板12の熱膨張による変形、及びメタルプレート18の熱膨張による変形を共に阻止しうる剛性を有するよう構成することにより、温度サイクル試験を実施しても半導体装置10の信頼性を維持しうる構成とした。これに対し、本実施例では、プリント基板12とスティフナー16とを接合する第1の接着剤24、メタルプレート18とスティフナー16とを接合する第2の接着剤26（メタルプレート18と半導体素子14とを接合する素子接着剤28を含む）に注目し、第1の接着剤24或いは第2の接着剤26の内の少なくとも一方が、加熱時におけるプリント基板12の熱膨張による変形、及びメタルプレート18の熱膨張による変形を吸収するよう構成したことを特徴とするものである。

【0044】いま、メタルプレート18とスティフナー16とが同一の材質（例えば、アルミニウム等の金属）により形成され、プリント基板12が樹脂（例えば、BTレジン）により形成された構成を例に挙げて以下説明する。上記構成では、プリント基板12の熱膨張率に対しスティフナー16及びメタルプレート18の熱膨張率が高くなる。よって、温度サイクル試験としてバーンイン試験を実施した場合、熱膨張率差に起因した応力が半導体素子14とプリント基板12との間で発生するおそれがある。

【0045】そこで、本実施例ではスティフナー16とプリント基板12とを接合する第1の接着剤24が、接着後（硬化後）においても所定の可撓性を有するよう構成したことを特徴とするものである。この構成とすることにより、温度サイクル試験を実施しても、熱膨張によりプリント基板12とスティフナー16（メタルプレ

ート18)との間に発生する相対的な変位は、第1の接着剤24が可撓変形することにより吸収される。

【0046】これにより、半導体素子14とプリント基板12との接合部分に印加させる応力を低減することが可能となり、よって半導体素子14とプリント基板12との接合部分に剥離や亀裂が発生することを防止でき、半導体装置10の高い信頼性を維持することができる。尚、上記構成とする場合、半導体素子14と金属プレート18とを接合する素子接着剤28についても、可撓性を有する構成とする必要がある。

【0047】また、プリント基板12とスティフナー16とが同一の材質により形成され、金属プレート18がこれと異なる材質により形成されている場合には、第2の接着剤26を可撓性を有するものに選定する必要がある。次に、本発明の第3実施例について説明する。本実施例では、プリント基板12と金属プレート18の剛性(熱剛性)が実質的に等価となるよう構成したことを特徴とするものである。この構成とすることにより、温度サイクル試験を実施し、半導体装置10に加熱処理を実施しても、プリント基板12と金属プレート18との間には熱膨張差に起因した形状変形は発生しないこととなり、よって半導体素子14とプリント基板12との接合部分に剥離や亀裂が発生することを防止でき、半導体装置10の高い信頼性を維持することができる。

【0048】以下、プリント基板12と金属プレート18の剛性(熱剛性)が実質的に等価とする具体的手段について説明する。いま、プリント基板12のヤング率を E_p 、ポアソン比を ν_p 。とすると、剛性率 G_p は、 $G_p = E_p / (1 + \nu_p)$ ……(2)

で求めることができる。同様に、金属プレート18のヤング率を E_m 、ポアソン比を ν_m 。とすると、剛性率 G_m は、

$$G_m = E_m / (1 + \nu_m) \quad \dots\dots (3)$$

で求めることができる。

【0049】ここで、プリント基板12の熱膨張係数を α_p 。、体積を V_p 。とし、金属プレート18の熱膨張係数を α_m 。、体積を V_m 。とし、更に所定温度加熱加熱した状態におけるプリント基板12の伸びを L_p 。、金属プレート18の伸びを L_m 。とすると、

$$L_p = G_p \times \alpha_p \times V_p \quad \dots\dots (4)$$

$$L_m = G_m \times \alpha_m \times V_m \quad \dots\dots (5)$$

となる。従って、プリント基板12と金属プレート18の熱剛性を実質的に等価とするためには、 $L_p \approx L_m$ とすればよく、よって、

$$G_p \times \alpha_p \times V_p \approx G_m \times \alpha_m \times V_m \quad \dots\dots (6)$$

となるよう各パラメータを設定すればよい。

【0050】しかるに、剛性率 G_p 、 G_m 及び熱膨張係数を α_p 。、 α_m 。は、プリント基板12及び金属プレート18の材質を選定すれば自ずと決まってしまう値である。よって、上記の(6)式を満足させるために可変で

きるパラメータは体積 V_p 。、 V_m 。であり、よって実際には(6)式が成立するようプリント基板12及び金属プレート18の体積 V_p 。、 V_m 。を設定することとなる。

【0051】このように、上記(6)式が成立するよう金属プレート18の体積 V_p 。、 V_m 。を設定することにより、温度サイクル試験を実施しても熱膨張によりプリント基板12と金属プレート18との間に相対的な変位は発生しなくなり、これにより半導体素子14とプリント基板12との接合部分に印加させる応力を低減することが可能となる。よって、本実施例の構成によっても、半導体素子14とプリント基板12との接合部分に剥離や亀裂が発生することを防止でき、半導体装置10の高い信頼性を維持することができる。

【0052】

【発明の効果】上述の如く本発明によれば、次に述べる種々の効果を実現することができる。請求項1及び請求項3乃至6記載の発明によれば、温度サイクル試験等の加熱処理を実施しても、熱膨張により基板とプレート状部材との間に発生する相対的な変位は小さくなり、半導体素子と基板との接合部分に印加させる応力を低減することが可能となる。

【0053】よって、半導体素子と基板との接合部分に剥離や亀裂が発生することを防止でき、半導体装置の高い信頼性を維持することができる。また、請求項2記載の発明によれば、熱により発生するプレート状部材と基板との相対的な変位が、直接基板と半導体素子との接合部分に伝達されるのを防止することができるため、半導体素子と基板との接合部分に剥離や亀裂が発生することを防止でき、半導体装置の高い信頼性を維持することができる。

【0054】また、請求項7記載の発明によれば、開口部のコーナーに湾曲状の切り欠きを形成することにより、棒状部材に交番的な熱膨張及び収縮が発生しても、コーナー部分の応力は分散され、よってコーナー部分にクラックが発生することを防止できる。更に、請求項8記載の発明によれば、温度サイクル試験等の加熱処理を実施しても、熱膨張により基板とプレート状部材との間に発生する相対的な変位は第1の接着剤が可撓変形することにより吸収され、半導体素子と基板との接合部分に印加させる応力を低減することが可能となるため、半導体素子と基板との接合部分に剥離や亀裂が発生することを防止でき、半導体装置の高い信頼性を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例乃至第3実施例である半導体装置を説明するための断面図である。

【図2】本発明の第1実施例乃至第3実施例である半導体装置を説明するための分解斜視図である。

【図3】本発明の効果を説明するための図である。

【符号の説明】

- * 24 第1の接着剤
26 第2の接着剤
28 素子接着剤
30 開口部
32 アンダーフィルレジン
34 切り欠き部

【図 1】

【図2】

10 半導体装置

26 第2の接着剤

16 スチファナー

12 プリント導体

22 はんだボール

24 接着剤用パンパ

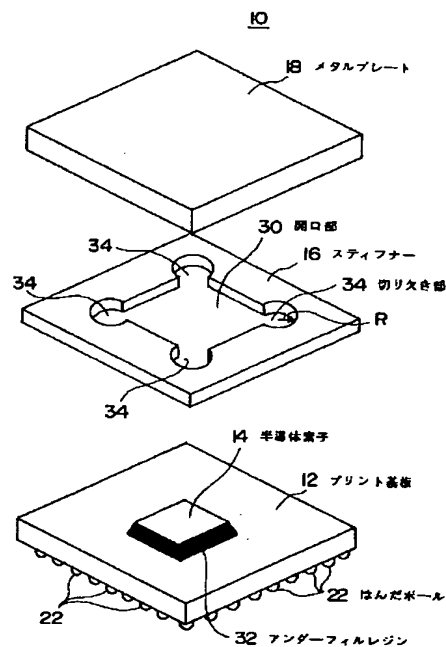
28 炭素導電剤

14 半導体素子

18 メタルプレート

30 開口部

32 アンダーフィードレジン



【図3】

本発明の効果を説明するための図

温度サイクル試験（-55℃ ⇄ 125℃）での不良発生数

	基板/スティフナー/ミタルプレート	T/C 50C	T/C 100C	T/C 200C	T/C 300C
⑤	BTレジン/BTレジン/Cu	5/10	5/5	—	—
⑥	BTレジン/コパール/CuW	1/20	9/18	10/10	—
①	BTレジン/アルミナ/Cu	0/22	0/22	0/22	0/22
②	BTレジン/アルミナ/Al	0/11	0/11	0/11	0/11
③	BTレジン/酸化アルミ/Cu	0/20	0/20	0/20	0/20
④	BTレジン/酸化アルミ/Al	0/15	0/15	0/15	0/15